

Trabajo fin de Máster



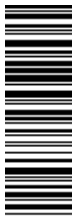
**Universidad de Valladolid**

**Errores de concepto en Física y Química de  
Bachillerato.  
Origen y posibles soluciones**

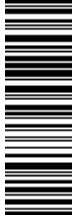
Javier Barral Lijó  
Tutor: Enrique Barrado

*Máster de Profesorado en Educación Secundaria y  
Bachillerato  
Universidad de Valladolid*

Curso 2019/20



El presente documento ha sido firmado en virtud de la Ley 59/2003 de 19 de Diciembre. El C.V.D. asignado es: 0172-C33C-D371\*00A7-E614. Para cotejar el presente con su original electrónico acceda a la Oficina Virtual de la Universidad de Valladolid, y a través del servicio de Verificación de Firma introduzca el presente C.V.D. El documento resultante en su interfaz WEB deberá ser exactamente igual al presente. El/los firmante/s de este documento es/son: JAVIER BARRAL LIJO a fecha: 17/06/2020 19:04:02

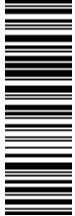


## Índice:

<b>1. Resumen</b>	<b>5</b>
<b>2. Materia</b>	<b>8</b>
<b>3. Error de concepto</b>	<b>11</b>
<b>4. Errores de concepto en electroquímica</b>	<b>14</b>
<b>5. Objetivos</b>	<b>18</b>
<b>6. Propuesta educativa</b>	<b>21</b>
<b>6.1. Enseñanza mediante analogías</b>	<b>25</b>
<b>6.2. Módulo de indagación</b>	<b>33</b>
<b>7. Evaluación</b>	<b>43</b>
<b>8. Atención a la diversidad</b>	<b>45</b>
<b>9. Anexos</b>	<b>47</b>
<b>10. Referencias</b>	<b>55</b>



El presente documento ha sido firmado en virtud de la Ley 59/2003 de 19 de Diciembre. El C.V.D. asignado es: 0172-C33C-D371\*00A7-E614. Para cotejar el presente con su original electrónico acceda a la Oficina Virtual de la Universidad de Valladolid, y a través del servicio de Verificación de Firma introduzca el presente C.V.D. El documento resultante en su interfaz WEB deberá ser exactamente igual al presente. El/los firmante/s de este documento es/son: JAVIER BARRAL LIJO a fecha: 17/06/2020 19:04:02



# 1. Resumen:





El actual sistema de enseñanza llevado a cabo en la mayoría de centros de Educación Secundaria y Bachillerato sobre Física y Química incluye la utilización de simplificaciones en ciertas partes del temario. El problema viene cuando el uso de estas simplificaciones deriva en ciertos errores de concepto que pueden arrastrarse a lo largo de muchos años o entorpecer el aprendizaje de nuevos conceptos en el futuro.

En las últimas décadas se han estudiado los errores de concepto surgidos a partir de las simplificaciones en la enseñanza de la electroquímica, identificando algunos y planteando en muchos casos nuevas propuestas didácticas.

Este trabajo profundiza en esos estudios, identificando los errores de concepto más comunes en esta área y los pros y contras de cada recurso, así como cada una de las propuestas, a la hora de ser utilizada en la enseñanza de la electroquímica. Recopilando todos estos datos, se intenta idear una nueva propuesta didáctica que haga frente a este problema de enseñanza de la electroquímica, tratando de superar las contras de cada recurso y propuesta anteriormente sugerida y combinando de la manera lo más sinérgica posible los puntos fuertes de las mismas, con el objetivo de dotar a profesores y alumnos de una alternativa que plantee esta rama de la química de una manera amena, cercana y accesible y que trate de evitar la aparición de errores conceptuales.

Los recursos didácticos que se tratan de combinar en la nueva propuesta son la enseñanza mediante analogías y el módulo de indagación. Cada una de las dos partes en las que se divide la propuesta ocupará un tiempo de seis sesiones, lo equivalente a semana y media de clase, buscando unir las virtudes de ambos recursos para buscar un aprendizaje significativo. Por lo tanto, la duración total de la propuesta es de doce sesiones o tres semanas.



### **Abstract:**

The teaching system that is applied nowadays in the majority of the High School and Bachelor degree centers about Physics and Chemistry includes the use of simplifications in some parts of the process. The problems arise when the use of these simplifications leads to some conceptual errors that can hinder further learnings and can stay for long in the students.

In the last decades, the most common conceptual mistakes that came from simplifications on electrochemistry teaching process were detected and observed, and new teaching strategies were proposed.

The observation of this articles we can identify recurrent conceptual mistakes and also analyze the advantages and disadvantages of any teaching resource and strategy that we may consider. Considering all this data, a new teaching strategy is proposed in order to solve these recurrent problems on electrochemistry learning process, trying to take advantage of all teaching resources we may apply and also trying to make improvements comparing to older strategies. This work tries to give an alternative proposal that shows electrochemistry as a funny and reachable part of the subject and also to avoid conceptual mistakes.

The teaching resources that are going to be implemented on this proposal are the use of analogies for explanation and also the inquiry. Each part of the proposal takes six lessons, what is equivalent to week and a half, trying to combine the advantages of both resources for reaching deep knowledge. So the proposal is supposed to last twelve lessons or three weeks.



El presente documento ha sido firmado en virtud de la Ley 59/2003 de 19 de Diciembre. El C.V.D. asignado es: 0172-C33C-D371\*00A7-E614. Para cotejar el presente con su original electrónico acceda a la Oficina Virtual de la Universidad de Valladolid, y a través del servicio de Verificación de Firma introduzca el presente C.V.D. El documento resultante en su interfaz WEB deberá ser exactamente igual al presente. El/los firmante/s de este documento es/son: JAVIER BARRAL LIJO a fecha: 17/06/2020 19:04:02



## 2. Materia:



La materia a la que se hace referencia es Física y Química.

A lo largo de los años, esta asignatura ha recibido distintos nombres tanto a lo largo de la educación primaria (Conocimiento del Medio) como en ciertos cursos de Educación Secundaria Obligatoria (Ciencias Naturales). Actualmente se conoce como Ciencias de la Naturaleza en primaria y Física y Química en secundaria.

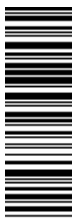
Es una asignatura que no se cursa en primero de ESO, y que se cursa de manera obligatoria en segundo y tercero de ESO y de manera optativa en cuarto. En lo relativo a Bachillerato, el nivel educativo donde este trabajo hará hincapié, se cursa en la modalidad de Ciencias la asignatura de Física y Química en primero y las asignaturas por separado de Física y de Química en segundo. Algunos de los contenidos tratados en la asignatura de Física y Química se incluyen también en la asignatura de Cultura Científica en primero de Bachillerato.

En lo relativo a las horas lectivas semanales, así se distribuyen en función de la asignatura y del curso a lo largo de los años:

Tabla 1.- Reparto horario de las asignaturas de Física y Química en función del curso

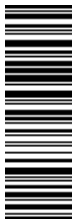
Curso	Asignatura	Horas semanales
2ºESO	Física y Química	3
3ºESO	Física y Química	2
4ºESO	Física y Química	4
1ºBAC	Física y Química	4
1ºBAC	Cultura Científica	2
2ºBAC	Física	4
2ºBAC	Química	4

Analizando el horario, se puede observar que en la formación que reciben los alumnos hasta su llegada al Bachillerato hay un curso entero, primero de ESO, en el que no se cursa ninguna asignatura relacionada con la Física ni la Química. Por otro lado, tras dar un curso (segundo de ESO) con tres horas semanales de Física y Química, al curso siguiente (tercero de ESO) vuelve a haber un descenso en el número de horas lectivas de la asignatura a tan solo dos horas semanales. Esta tendencia se cambia a partir de cuarto de ESO, curso a partir del cual el alumno que desee cursar esta materia recibe un mínimo de cuatro horas a la semana, dependiendo de las optativas que elija.





La materia de Física y Química (por separado en segundo de Bachillerato) es de una importancia capital a la hora de abrir puertas de cara a muchos ciclos (especialmente los relacionados con el trabajo de laboratorio) y de cara a las carreras universitarias de toda la rama de las ciencias. En la EBAU de Castilla y León, Química pondera 0,2 en casi todas las carreras de ciencias y ciencias de la salud, y 0,1 o 0,2 en muchas de las carreras de ingeniería. Por su lado, Física pondera 0,2 en todas las carreras de ingenierías y 0,1 o 0,2 en las ciencias puras o las ciencias de la salud, dependiendo de la carrera.



El presente documento ha sido firmado en virtud de la Ley 59/2003 de 19 de Diciembre. El C.V.D. asignado es: 0172-C33C-D371\*00A7-E614. Para cotejar el presente con su original electrónico acceda a la Oficina Virtual de la Universidad de Valladolid, y a través del servicio de Verificación de Firma introduzca el presente C.V.D. El documento resultante en su interfaz WEB deberá ser exactamente igual al presente. El/los firmante/s de este documento es/son: JAVIER BARRAL LIJO a fecha: 17/06/2020 19:04:02

### 3. Error de concepto





Se define un error de concepto como una *‘equivocación resultante de aplicar procedimientos, esquemas, algoritmos o reglas que no pueden aplicarse a un problema concreto por no cumplirse las condiciones necesarias mínimas bajo las cuales los procedimientos aplicados conducen a una respuesta con sentido’* (Wikipedia)

Este fenómeno es bastante común en el proceso de enseñanza-aprendizaje, especialmente cuando se explican teorías o ideas complejas que deben ser simplificadas o adaptadas al nivel de enseñanza correspondiente. Estos errores de concepto tienen el riesgo implícito de que se pueden alargar en el tiempo, y no ser descubiertos nunca en algunos casos o cuando el nivel de complejidad ya está avanzado en otros, cuando ya es difícilmente reversible. Por otro lado, el error es una parte del proceso de enseñanza-aprendizaje. Si se detectan y se diagnostican correctamente, pueden ayudar a idear novedades en las herramientas didácticas y a construir un mejor proceso de enseñanza.

De alguna manera, el error de concepto no viene de la nada, sino que viene de algún conocimiento previo que, pese a no ser del todo correcto, sí tiene cierta relación con el conocimiento que se quiere transmitir. Como dice Paula Sasso (2015):

*“Es importante no confundir al error con la ignorancia, aún en el caso de que a veces el primero procede de la segunda. Mientras la ignorancia es una falta de conocimiento, el error supone un conocimiento previo acerca del cual hay error. De esta forma, se vuelve en parte positivo.”*

De esta manera, este trabajo planteará un ejemplo de error de concepto común en la Química de Bachillerato. A partir de él, se intentará hacer un análisis y diagnóstico del origen del mismo para tratar de proponer alternativas que traten de minimizar la probabilidad de su aparición y de construir mejoras en el proceso de enseñanza.

Las ideas de este trabajo buscan alcanzar la metacognición, que nace del establecimiento de relaciones entre los conceptos nuevos o nueva información y los conocimientos previos.

En su *‘Teoría del aprendizaje significativo’*, David Ausubel (1963) define así el aprendizaje significativo:

*“Es el resultado de la interacción de la nueva información con la estructura cognitiva preexistente en el individuo”*

Por otro lado, se establecen cuatro condiciones necesarias para que se produzca un aprendizaje significativo:

- Partir de los pre-saberes de los alumnos
- Partir de la experiencia del alumno



- Relacionar adecuadamente los conceptos a aprender, en forma de jerarquías conceptuales
- Disposición y motivación del alumnado



## 4. Errores de concepto en electroquímica



El tema concreto sobre el que este trabajo va a investigar los errores de concepto y las posibles alternativas educativas que puedan evitarlos es la electroquímica.

De acuerdo con A.J. Bard y L.R. Faulkner, (2001), la definición de electroquímica es la siguiente:

*‘Rama de la química que estudia la interrelación de los efectos químicos y eléctricos. La mayor parte de esta área trata sobre el estudio de los cambios químicos causados por el paso de una corriente eléctrica y la producción de energía eléctrica por reacciones químicas. De hecho, el campo de la electroquímica incluye fenómenos, instrumentos y tecnologías muy variados.’*

Esta rama de la química surge principalmente en Europa a finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX, aunque ya se venían haciendo ciertos descubrimientos desde el siglo XVI.

Algunos de los principales hitos de la historia de la electroquímica fueron los descubrimientos de Galvani en 1786, en el que por ejemplo observó que una rana disecada se movía al ser puesta cerca de un generador electrostático. Con este experimento y otros descubrió cierta relación entre el movimiento de músculos y la electricidad.

Posteriormente, otro científico italiano llamado Volta consiguió cerca del año 1800 conectar dos metales con un paño empapado en una solución salada y generar de esta manera electricidad. Esto supuso el inicio de las pilas voltaicas, llamadas así precisamente en honor al propio Alessandro Volta.

Esta parte de la materia se trabaja en el segundo curso de Bachillerato, y juega un papel importante dentro del conocimiento ya que engloba conceptos tan importantes como ion, pila, corriente etc. Por lo tanto, es importante tener bien claras las ideas al respecto.

En la ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León, la electroquímica viene recogida en la programación de la asignatura de Química de segundo curso de Bachillerato. Aparece especificado en el **Bloque 3.**

### **Reacciones químicas.**

Los contenidos asociados a este tema son:

- Equilibrio redox. Tipos de reacciones de oxidación–reducción.
- Concepto de oxidación-reducción. Oxidantes y reductores. Número de oxidación.



-Ajuste de ecuaciones de reacciones redox por el método del ion-electrón.  
Estequiometría de las reacciones redox.

-Potencial de reducción estándar.

-Pilas galvánicas. Electrodo. Potenciales de electrodo. Electrodo de referencia.

-Espontaneidad de las reacciones redox. Predicción del sentido de las reacciones redox.

-Volumetrías redox. Procedimiento y cálculos.

-Electrolisis. Leyes de Faraday de la electrolisis. Procesos industriales de electrolisis.

-Aplicaciones y repercusiones de las reacciones de oxidación-reducción: baterías eléctricas, pilas de combustible, prevención de la corrosión de metales.

Por otro lado, los **criterios de evaluación** son:

17. Determinar el número de oxidación de un elemento químico identificando si se oxida o reduce en una reacción química.

18. Ajustar reacciones de oxidación-reducción utilizando el método del ion-electrón y hacer los cálculos estequiométricos correspondientes.

19. Comprender el significado de potencial estándar de reducción de un par redox, relacionándolo con el potencial de Gibbs y utilizándolo para predecir la espontaneidad de un proceso entre dos pares redox.

20. Realizar cálculos estequiométricos necesarios para aplicar a las volumetrías redox.

21. Determinar la cantidad de sustancia depositada en los electrodos de una celda electrolítica empleando las leyes de Faraday.

22. Conocer algunas de las aplicaciones de la electrolisis como la prevención de la corrosión, la fabricación de pilas de distintos tipos (galvánicas, alcalinas, de combustible) y la obtención de elementos puros.

A su vez, los **estándares de aprendizaje evaluables** correspondientes a esta parte de la materia son:

17.1. Define oxidación y reducción relacionándolo con la variación del número de oxidación de un átomo en sustancias oxidantes y reductoras.

18.1. Identifica reacciones de oxidación-reducción empleando el método del ion-electrón para ajustarlas.

19.1. Relaciona la espontaneidad de un proceso redox con la variación de energía de Gibbs considerando el valor de la fuerza electromotriz obtenida.





- 19.2. Diseña una pila conociendo los potenciales estándar de reducción, utilizándolos para calcular el potencial generado formulando las semirreacciones redox correspondientes.
- 19.3. Analiza un proceso de oxidación-reducción con la generación de corriente eléctrica representando una célula galvánica.
- 20.1. Describe el procedimiento para realizar una volumetría redox realizando los cálculos estequiométricos correspondientes.
- 21.1. Aplica las leyes de Faraday a un proceso electrolítico determinando la cantidad de materia depositada en un electrodo o el tiempo que tarda en hacerlo.
- 22.1. Representa los procesos que tienen lugar en una pila de combustible, escribiendo la semirreacciones redox, e indicando las ventajas e inconvenientes del uso de estas pilas frente a las convencionales.
- 22.2. Justifica las ventajas de la anodización y la galvanoplastia en la protección de objetos metálicos.





El presente documento ha sido firmado en virtud de la Ley 59/2003 de 19 de Diciembre. El C.V.D. asignado es: 0172-C33C-D371\*00A7-E614. Para cotejar el presente con su original electrónico acceda a la Oficina Virtual de la Universidad de Valladolid, y a través del servicio de Verificación de Firma introduzca el presente C.V.D. El documento resultante en su interfaz WEB deberá ser exactamente igual al presente. El/los firmante/s de este documento es/son: JAVIER BARRAL LIJO a fecha: 17/06/2020 19:04:02



## 5. Objetivos:





### **General:**

El objetivo general de este estudio es “describir y analizar los errores de concepto generados como consecuencia de la simplificación de teorías en bachillerato”.

### **Específicos:**

- Reconocer los errores generalizados por la teoría redox
- Señalar los procesos que dan lugar a esos errores
- Analizar recursos didácticos que nos ayuden a evitar esos errores
- Combinar recursos didácticos que enriquezcan el proceso de enseñanza-aprendizaje
- Familiarizar al alumno con los conceptos del campo de la electroquímica y su relación con la vida cotidiana
- Guiar al alumno en un proceso de adquisición significativa de aprendizaje

### **Estudios previos:**

Sobre las dificultades a la hora de explicar este tema se han hecho ya algunos estudios, de cuyos resultados se pueden sacar ideas interesantes que nos permitirán obtener las claves para el correcto diseño de una propuesta didáctica de garantías.

Algunos estudios se han realizado analizando las dificultades o posibles lagunas existentes en el ejercicio habitual de la docencia al respecto de este tema, otros proponiendo mejoras educativas y otros directamente aplicando esas propuestas y analizando los resultados.

Todos los estudios revisados coinciden en la dificultad de enseñar esta parte de la materia y en la existencia de errores de concepto derivados de las metodologías utilizadas tradicionalmente.

Un estudio realizado por Gómez, B. y Lavín, C. (2016) demuestra que el alumnado en general tiene una percepción de la electroquímica como un tema muy abstracto y alejado de la cotidianidad, lo que deriva en un menor interés y en la aparición de varios errores conceptuales recogidos en un cuestionario previo a ese estudio. Sin embargo, tras aplicar el uso de analogías como recurso didáctico, se observaba no solo una mejora del aprendizaje en los alumnos sino también unos buenos índices de aprobación por parte del propio alumnado en cuanto a la experiencia, la motivación y el interés despertado en el uso de analogías.





Por otro lado, en el caso concreto de las celdas galvánicas, se llevan arrastrando errores conceptuales bastante comunes desde hace por lo menos treinta años. En una revisión bibliográfica, Solaz-Portolés, J. J.; Sanmartín, B. y Sanjosé, V. (2013) descubren la poca riqueza conceptual y la ligereza a la hora de tratar este tema en los libros de Segundo curso de Bachillerato en España. Esto sugiere que el profesor no debe ceñirse estrictamente a las clases magistrales basadas en libros de texto, sino que debe participar activamente como guía y acompañante en una propuesta didáctica que intente superar esos problemas.

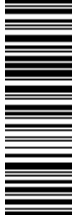
Hernández López, C. (2012) a lo largo de la ESO propone en el caso concreto de las ciencias estrategias didácticas basadas en la indagación como alternativas interesantes que puedan enriquecer el aprendizaje del alumno y su capacidad de asimilación de nuevos conceptos.

Considerando las conclusiones de estudios previos, se puede sugerir una propuesta didáctica que permita combinar de manera sinérgica los pros de los recursos didácticos empleados tratando de minimizar las contras.



El presente documento ha sido firmado en virtud de la Ley 59/2003 de 19 de Diciembre. El C.V.D. asignado es: 0172-C33C-D371\*00A7-E614. Para cotejar el presente con su original electrónico acceda a la Oficina Virtual de la Universidad de Valladolid, y a través del servicio de Verificación de Firma introduzca el presente C.V.D. El documento resultante en su interfaz WEB deberá ser exactamente igual al presente. El/los firmante/s de este documento es/son: JAVIER BARRAL LIJO a fecha: 17/06/2020 19:04:02

## 6. Propuesta educativa



### a) Contexto

En el caso de la electroquímica, el procedimiento utilizado para su explicación es especialmente importante. Diversos estudios, Vera et. al. (2011) demuestran que, incluso comparando alumnos de carreras químicas y de carreras no químicas en Argentina, si se utilizaba el mismo método de enseñanza el nivel de aprendizaje y asimilación era similar.

### b) Justificación

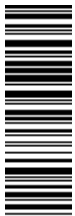
En primer lugar, se puede considerar el uso de la analogía una idea interesante. Una de las mayores virtudes de este recurso es la capacidad de síntesis de la esencia de un concepto, asociándolo con los conceptos que se utilizan en nuestra vida cotidiana y resultan conocidos. Esta idea puede ayudar a combatir la concepción de la electroquímica como algo abstracto, inaccesible y aburrido que tiene una gran parte del alumnado. Además, la analogía aplicada en el campo de la química permite establecer relaciones entre los niveles macroscópico, microscópico y simbólico, algo esencial en un tema cuya principal dificultad es la asociación de ideas.

A pesar de todas estas virtudes, la analogía aplicada a la enseñanza de las ciencias es un recurso de aparición relativamente reciente y que históricamente ha contado con ciertos prejuicios o ideas equivocadas en su contra (Bonat, M.; Oliva Martínez, J.M.; Mateo, J.; Aragón, M.M., 2001). Sin embargo, en este mismo estudio, no sólo se corrigen estas ideas iniciales erróneas del profesorado sino que se logra un alto nivel de aceptación en la aplicación de la propuesta. Eso sí, se observaron ciertas creencias implícitas que resultaron más difíciles de corregir.

Por otro lado, es preciso hacer hincapié en la importancia de que los alumnos intenten informarse por sí mismos, tratando de buscar información más allá de los libros de texto (que ya vimos que puede ser insuficiente) y la necesidad de que el profesor juegue un papel activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El que el alumno, guiado por el profesor, sea capaz de plantearse y resolver por sí mismo las preguntas y respuestas es una estrategia muy útil a la hora de buscar un aprendizaje significativo. Para ello, este trabajo ha diseñado un módulo de indagación sobre electroquímica, concretamente en la parte del temario referida a las celdas galvánicas.

Según la Real Academia de la Lengua española, el significado del verbo ‘indagar’ es el siguiente:

*1. tr. Intentar averiguar algo discurriendo o con preguntas.*



El módulo de indagación como recurso didáctico fue impulsado principalmente por el pedagogo, psicólogo y filósofo estadounidense John Dewey (1859-1952), que destacaba en sus ideas la importancia de la curiosidad como elemento esencial del aprendizaje. Mediante la curiosidad y el planteamiento de preguntas surgía el pensamiento y, en último lugar, el aprendizaje. Crítico con el enfoque clásico del conocimiento, una de sus frases más célebres dice: “El verdadero aprendizaje se basa en el descubrimiento guiado por un tutor, más que en la transmisión de conocimientos” (John Dewey, 1929).

En su estudio ‘Pedagogía de la Indagación guiada’ (UMCH – Lima, Perú, 2015), el Doctor Marino Latorre Ariño establece una serie de características propias de una indagación para que esta garantice un buen proceso de aprendizaje, que son:

**-Autenticidad**

**-Rigor académico**

**-Fases de desarrollo** (Presentar la discrepancia, Analizar la estrategia para indagar, Recopilación de datos-verificación, Experimentación y Organizar y formular reglas o explicaciones)

**-Exploración activa**

**-Uso de tecnologías digitales**

**-Más allá de la escuela**

**-Interacciones sociales**

**-Contacto con expertos**

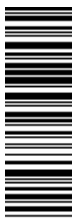
**-Comunicación elaborada**

**-Ventajas de la indagación**

**-Evaluación**

De estos puntos, a día de hoy cobra especial relevancia el del uso de las tecnologías digitales. Aparte de estar especificado como una competencia básica, supone una importante innovación en el campo de la educación. La innovación de la educación con el uso de las Tecnologías de la Información y de la comunicación se define de la siguiente manera:

*“Novedad introducida en el proceso formativo que permite reducir el tiempo empleado por un alumno, a la vez que adquiere conocimientos, habilidades y capacidades a través de un paradigma basado en el aprendizaje, utilizando tecnologías de la información y las comunicaciones”*



A su vez, se establecen algunas ventajas y desventajas de este uso de las TIC de cara al aprendizaje:

**Ventajas:**

- Aprendizaje cooperativo
- Alto grado de interdisciplinariedad
- Alfabetización tecnológica

**Desventajas:**

- Obsolescencia (necesidad de renovación periódica)
- Costes de equipos y de actualización

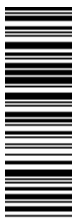
De otro modo, se consideran tres **razones** por las cuales se recomienda el uso de las TIC en la educación, que son las siguientes:

- Iniciación tecnológica del alumnado
- Productividad
- Innovación

En concreto, este módulo de indagación aquí propuesto tiene varias ventajas que pueden ser de gran ayuda para el alumno. En primer lugar, aplica un recurso didáctico de gran utilidad y que ayuda al alumno a realizar un aprendizaje más activo y de mayor calidad. Por otro lado, refuerza y complementa la idea del aprendizaje conceptual mediante analogías que experimentarán previamente, en el que también tendrán que idear una analogía de libre elección. Por último, el módulo de indagación es un recurso que debe ser especialmente tenido en cuenta en esta época de incertidumbre que atravesamos, ya que debido a la crisis sanitaria originada por el CoViD-19, hay alto riesgo de que durante el transcurso del curso escolar puedan surgir nuevos rebotes o condiciones que provoquen un nuevo confinamiento. En ese caso, el módulo de indagación es una propuesta que puede ser llevada a cabo en casa sin demasiado problema, por lo que puede ser una buena alternativa también en ese caso.

Por estos motivos, se ha decidido combinar estos dos recursos didácticos muy interesantes y que han demostrado ser eficaces por separado a la hora de conseguir aprendizaje significativo: una serie de sesiones de enseñanza mediante el uso de analogías y un módulo de indagación.

**c) Implementación:**



La duración total de la propuesta educativa será de doce sesiones, de las cuales las seis primeras corresponden al proyecto de enseñanza mediante analogías y las seis siguientes al módulo de indagación.

Para la puesta en marcha de este proyecto se suponen ciertos factores como:

- Duración de las sesiones de cincuenta minutos
- Número de alumnos por clase en torno a veinte
- Moderada heterogeneidad de nivel curricular en el alumnado
- Acceso a ordenadores por parte del alumnado
- Acceso a laboratorio equipado por parte del centro

En caso de no cumplirse estas condiciones, se podrían realizar algunos ajustes para adaptar la propuesta al entorno concreto.





### 6.1. Enseñanza mediante analogías:

#### Contenidos a enseñar:

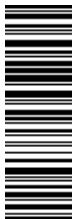
En esta propuesta didáctica impartida mediante el uso de analogías se ven a introducir los tópicos que se consideran más importantes para este tema, y a establecer una serie de objetivos para que el alumno alcance en cada uno. En todos excepto uno, la analogía será hecha por el profesor y los alumnos intentarán entenderla. Una vez hayan asimilado las analogías, la última de ellas deberán idearla ellos mismos, para ver si entendieron el concepto, el uso de las analogías y para valorar su creatividad.

Los tópicos y objetivos de cada uno vienen detallados en la Tabla 2.

Tabla 2.- Tópicos y objetivos del módulo de indagación

Tópico	Objetivos
Reducción y oxidación	Entender el significado químico de reducción y oxidación Entender que, aunque no siempre se especifique, una conlleva necesariamente a la otra
Reacciones redox	Saber identificar una reacción redox Saber predecir su espontaneidad basándose en los potenciales
Sentido de circulación	Saber y entender el sentido de circulación de la corriente y el de los electrones Identificar a que se debe la diferencia entre ambos
Pilas	Saber diferenciar pilas galvánicas de electrolíticas Saber identificar correctamente el ánodo y el cátodo en cada una de ellas Conocer el proceso de montaje de ambos tipos de pila





### **Competencias:**

Las competencias básicas en educación que el alumno desarrollará durante la implementación de esta propuesta didáctica de enseñanza mediante analogías serán:

- Competencia en comunicación lingüística: Se trabajará esta competencia en el desarrollo de las analogías y en la introducción y refuerzo de nuevos conceptos. Es necesario que los alumnos establezcan correctamente las relaciones entre las analogías y el concepto en profundidad.
- Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico: Ya que nos permite conocer mejor la naturaleza y familiarizarnos con el mundo físico y sus peculiaridades y relaciones con la ciencia.
- Autonomía e iniciativa personal: Ya que el alumno deberá realizar una analogía por sí mismo basándose en lo aprendido en las analogías previas. Esta tarea requerirá iniciativa y la necesidad de hacer su propia relación de conceptos.
- Competencia de aprender a aprender: Esta competencia le permitirá al alumno abrir la mente a nuevas formas de conocer y facilitará que en el futuro asimile mejor las ideas en este y otros campos entendiendo en mayor medida las relaciones entre ideas.

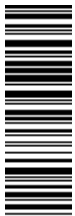


### **Analogía para explicar el tópico de la reducción-oxidación:**

Para enseñar este tópico, se empezará explicando que las partículas que tienen electrones pueden ganar nuevos electrones (es decir, reducirse) o pueden perder algunos o todos los electrones que tienen (es decir, oxidarse). Es preciso aclarar que una oxidación conlleva siempre una reducción de otra partícula y viceversa, aunque no siempre sea interesante especificar la reacción complementaria. Para explicar mejor este tópico, este trabajo propone la analogía de que los electrones son como el dinero. Cuando compramos cosas, damos dinero a otra persona (perdemos dinero, nos oxidamos). Por otro lado, cuando vendemos algo nos dan dinero (ganamos dinero, nos reducimos)



Figura 1.- Analogía procesos redox proceso de intercambio dinero-productos



### **Analogía para explicar el tópico de las reacciones redox:**

Siguiendo con la analogía anterior, se puede decir que las reacciones redox son como un mercado. Hay sustancias que ‘compran’ y por lo tanto ‘dan dinero’ (los clientes, en este caso las sustancias que se oxidan), y hay otras sustancias que ‘venden’ y ‘reciben dinero’ (los mercaderes, las sustancias que se reducen).

Para que los alumnos identifiquen la espontaneidad de una reacción redox basándose en los potenciales de reducción, se puede decir que cuanto menor es el potencial de reducción, esa sustancia es más ‘derrochadora’ y tiene tendencia a comprar más y gastar más dinero (es decir, que tiene más tendencia a oxidarse) y que cuanto más alto es el potencial de reducción la sustancia es más ‘ahorradora’ y tiene tendencia a no gastar (es decir, poca tendencia a oxidarse).

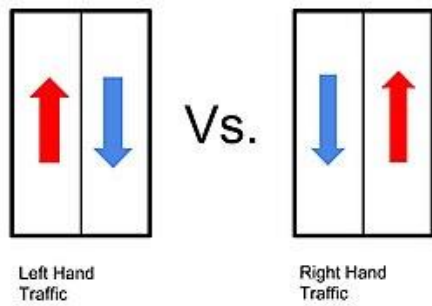


Figura 2. Analogía de las reacciones redox

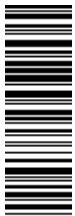


### Analogía para explicar el tópico del sentido de circulación:

Una fuente de error muy común en electroquímica es la diferencia entre el sentido de circulación de la corriente y el sentido de circulación de los electrones. Para que lo entiendan, es interesante el uso de la analogía de que el sentido de la corriente está establecido por convenio para las cargas positivas, al igual que por convenio en España está establecido que los coches circulen por el lado derecho de la carretera. Sin embargo, los electrones no son cargas positivas sino negativas, por lo que circulan en la dirección opuesta, al igual que en el Reino Unido está establecido que los coches circulen por el lado izquierdo de la carretera.



Figuras 3 y 4. Analogías para explicar los sentidos de circulación de corriente y de electrones



### **Analogía para explicar el tópico de las pilas:**

Tras haber visto las tres analogías previas, se dejará que los alumnos ideen su propia analogía para explicar la diferencia entre las pilas galvánicas y electrolíticas. Lo importante es que los alumnos entiendan que las pilas galvánicas consisten en un proceso espontáneo que produce energía, mientras que las electrolíticas responden a un proceso no espontáneo que consume energía (por ejemplo, diciendo que una pila galvánica es como bajar una cuesta en bicicleta y una electrolítica es subir esa misma cuesta en bicicleta, en cuyo caso la fuerza debe ser hecha por el ciclista).

También es importante que, a la hora de identificar el ánodo y el cátodo en cada tipo de pila, no se fijen en el polo positivo/negativo ya que eso puede dar lugar a error. La propuesta consistirá en que se fijen en el tipo de reacción que ocurre en cada uno, que no cambia de una pila a otra. Con la sencilla regla mnemotécnica de ‘vocal con vocal y consonante con consonante’ (Ánodo/Oxidación, Cátodo/Reducción) se puede conseguir que los estudiantes lo asimilen.



Figuras 5 y 6. Analogías para explicar los tipos de pila.



### **Temporalización:**

Esta explicación de electroquímica mediante analogías, que supondrá la primera parte de la propuesta educativa, se llevará a cabo a lo largo de seis sesiones de 50 minutos cada una (Tabla 2). Cada sesión irá destinada a la explicación de un tópico, excepto el de las pilas que, al ser el más complejo y sobre el cual los alumnos deberán hacer su propia analogía, ocupará dos sesiones. La última sesión de este bloque irá destinada a la recogida de las propuestas de analogía de los alumnos y a la resolución de dudas.

La temporalización y las actividades a realizar de la propuesta didáctica mediante el uso de analogías viene recogido en la Tabla 3.



Tabla 3- Actividades a realizar y tiempo estimado para cada una

Sesión	Actividades a realizar	Tiempo estimado
1	Introducción del tema. Conceptos de oxidación y reducción	25'
	Introducción de la analogía	15'
	Aclaración de la reciprocidad entre oxidación y reducción	10'
2	Definición e identificación de reacciones redox. Relación con la materia de la sesión anterior.	20'
	Introducción de la analogía	10'
	Explicación del concepto de potencial y espontaneidad de una reacción redox	20'
3	Introducción del concepto de circulación de corriente. Diferencias entre sentido de circulación de corriente y de electrones	20'
	Relacionar la circulación de electrones con un proceso redox	15'
	Introducción de la analogía	15'
4	Introducción del concepto de pilas, y relación con la materia dada en las sesiones anteriores	20'
	Explicación e identificación de ánodo y cátodo	15'
	Introducción a los conceptos de pila galvánica y electrolítica	15'
5	Profundización en los conceptos de pila galvánica y electrolítica y diferencias entre ambas	20'
	Explicación de los componentes y el funcionamiento de cada una de ellas	20'
	Propuesta de tarea para casa: Diseño de su propia analogía para explicar los conceptos de pila galvánica y electrolítica	10'
6	Recogida de los trabajos propuestos	10'
	Recopilación de dudas, debate sobre las analogías escogidas y sus pros y contras	30'
	Valoración de la experiencia	10'





## 6.2. Módulo de indagación:

### 6.2.1. Introducción

El método de indagación se basa en el propio método científico. Consiste en el planteamiento de dudas o cuestiones a los alumnos que deberán resolver por ellos mismos. En el proceso, que será guiado por el profesor, los alumnos harán actividades o experimentos que les vayan aportando ideas o experiencias que les ayuden a ir asimilando conceptos y resolviendo las dudas antes mencionadas.

Uno de los principales objetivos del módulo de indagación y que lo diferencia de otras propuestas educativas es el rol activo del alumno, que no se limita a tomar nota en una clase magistral (aunque el módulo puntualmente pueda combinarse con ellas) sino que busca él mismo las respuestas y realiza él mismo las actividades

### 6.2.2. Tópico

El tópico que se va a tratar en este módulo de indagación va a ser la electroquímica. En concreto, algunas ideas claves de este tema que nos permitirán finalmente entender el funcionamiento de las pilas, y que concluirá con el diseño de una celda galvánica.

### 6.2.3. Pregunta inicial

La pregunta inicial es ‘¿Cómo se puede hacer luz con elementos cotidianos?’.

En este módulo se irán planteando cuestiones relacionados con este tipo de pila, sus características y sus componentes que irán acercando a los alumnos hacia la idea de cómo esta funciona.

### 6.2.4. Escenario

*Están Pablo, Manuel y Luis en una acampada. Cuando se dan cuenta, las pilas para las linternas que habían traído se han acabado, y apenas quedaba media hora para el anochecer, por lo que no les daba tiempo a ir a casa a por pilas. En un momento, Luis dice: ‘tengo en la mochila una bombilla de bajo voltaje y unos cables, pero no he traído un generador por lo que no nos van a servir de nada’. Por su parte, Manuel dice ‘yo solo he traído sal y vinagre para la cena y un tubo con algodón para hacerme la cura de la rodilla raspada que tengo’. En ese momento, a Pablo se le cambia el gesto y dice: ‘¿En serio? Pues id a buscar eso. Yo voy a buscar unas monedas de cobre y de plata que tengo en la cartera. ¡Hoy podremos hacer luz!’*

Las preguntas son:

- 1- ¿Qué tipo de pila tiene pensado montar Pablo?
- 2- Entre las monedas de cobre y las de plata, ¿cuál haría de ánodo y cual de cátodo?
- 3- Comparando con una pila de laboratorio, ¿qué papel jugaría cada objeto en la pila ideada por Pablo?

### 6.2.5. Nivel Educativo



Este módulo de indagación está pensado para un nivel de 2º de Bachillerato.

### 6.2.6. Asignatura del Currículo

La asignatura a la que va dirigido es Física y Química. En la ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo, aparece especificado en el **Bloque 3. Reacciones químicas**.

### 6.2.7. Contexto

El contexto en el que se va a trabajar con este módulo de indagación es el siguiente:

El centro en el que se actuará será un instituto de Educación Secundaria Obligatoria situado en un barrio de clase media de la ciudad de Valladolid. La clase de 2º de Bachillerato en la que se va a trabajar es de 20 alumnos. Suponemos una pequeña heterogeneidad en el grupo en cuanto a nivel curricular y una proporción similar entre hombres y mujeres.

### 6.2.8. Competencias

**Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología:** Una de las principales competencias de esta asignatura, especialmente necesaria para las deducciones y el entendimiento de las preguntas que tendrán que responder.

**Competencia en comunicación lingüística:** Se desarrollará esta competencia durante la redacción de preguntas y actividades, así como mediante la adquisición de nuevos conceptos científicos.

**Competencia digital:** Esta competencia será especialmente desarrollada mediante la búsqueda, contraste y filtración mediante Internet.

**Aprender a aprender:** Una de las competencias clave de los módulos de indagación. Los alumnos deberán tratar de trabajar por sí mismos para resolver los problemas que se le planteen durante el desarrollo del módulo.

**Competencia sociales y cívicas:** Esta competencia se desarrollará mediante la realización de actividades en grupo.

### 6.2.9. Objetivos

Los objetivos que se intentará alcanzar durante la realización de este módulo serán:

#### -Conceptuales:

- Entender los conceptos de oxidación y reducción
- Entender las reacciones redox
- Conocer las pilas galvánicas y electrolíticas, su funcionamiento y sus diferencias
- Identificar los componentes de las pilas y su utilidad

#### -Procedimentales:

- Búsqueda y contraste de información en Internet
- Realización y exposición oral de un trabajo



-Trabajo en equipo

-Uso de PowerPoint

**-Actitudinales:**

-Valorar la importancia de la química y las reacciones redox en nuestra vida

-Acercar la electroquímica al alumno, huyendo de su concepción como algo abstracto e inaccesible

-Valorar las conexiones entre la química y otras ramas de conocimiento.

**6.2.10. Temporalización:**

Este módulo de indagación está pensado para ser completado en seis sesiones de 50 minutos cada una. A mayores de este tiempo, los alumnos deberán invertir un tiempo adicional en su casa para la realización del trabajo escrito.

Tabla 4. Temporalización del módulo de indagación

Sesión	Actividad
7	Introducción del módulo Actividad 1. Repaso de celdas galvánicas y electrolíticas, identificación del tipo de celda al que pertenece la descrita en la actividad. Debate posterior
8	Actividad 2. ¿Quién es quién? Cómo identificar el ánodo y el cátodo en una reacción redox. Ajuste de reacciones redox.
9	Actividad 3. Importancia de las sales en el montaje de una pila
10	Actividad 4. Práctica de laboratorio. Montaje de la pila y comparación con el ejemplo del módulo.
11	Propuesta de trabajo e inicio del mismo
12	Exposición y entrega del trabajo



### 6.2.11 Guía del profesor:

Este apartado es una guía para cualquier profesor que pretenda poner en práctica este módulo de indagación.

Las actividades serán entregadas en los mismos anexos, con la excepción de las preguntas de la práctica de laboratorio, que se responderán en hoja aparte y el trabajo final que se expondrá en soporte informático (y se debe entregar una copia digital). De esa manera, estas hojas combinadas con la observación de los alumnos a lo largo de la realización de las actividades serán los criterios principales para la evaluación y el seguimiento.

La siguiente imagen es un esquema de ideas del módulo de indagación:

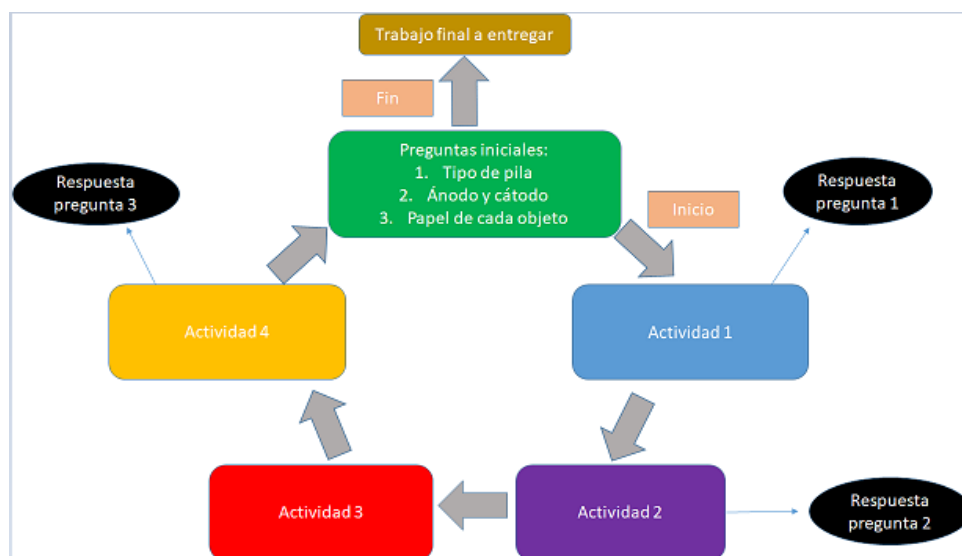


Figura 7. Esquema de ideas del módulo de indagación

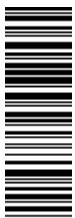
#### Actividad 1. (A realizar en sala de ordenadores)

Esta actividad combina una pequeña prueba de conocimientos previos con una visualización digital de los esquemas de pila. Sin que le sea dicha la respuesta correcta, ellos deben finalmente encontrarla visualizando la página correspondiente y comparando con la pila que se describe en el escenario. Las preguntas de esta actividad y las claves son:

-Basándose en sus conocimientos previos, ¿creen que la pila que propone construir Pablo es galvánica o electrolítica?

-Visitar la siguiente página:

CEDRÓN, Juan Carlos, Victoria LANDA y Juana ROBLES



2011 Química General. Material de enseñanza. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Consulta: 25 de mayo de 2020.

<http://corinto.pucp.edu.pe/quimicageneral/unidades-q2/unidad-4-electroquimica.html>

Y ver en ella los puntos 4.2. y 4.3., donde se describen los distintos tipos de celdas.

-Una vez visto la página, ¿cuál es la postura? Debate con tus compañeros de grupo y dar una respuesta conjunta.

Conclusiones: El alumno debe conocer los esquemas de ambos tipos de pila y tener clara la diferencia entre pila galvánica y pila electrolítica. Además, deberá entender que la pila descrita en el escenario es una pila galvánica.

### Actividad 2.

Esta actividad será realizada en clase con el apoyo de los anexos 1 y 3. Busca centrarse en las reacciones de oxidación y reducción de los electrodos de la pila, ya que es la base del montaje y una de las primeras cosas que los alumnos deben entender. Los alumnos deberán tener a mano una tabla con potenciales de reducción (bien puede estar en el libro de texto o bien pueden ser entregadas por el profesor).

-De los siguientes pares redox, ¿qué especie se oxida y cual se reduce? (ver anexo 1)

-Ajustar las siguientes reacciones redox, indicando cual es la especie que se oxida y cual la que se reduce (ver anexo 3)

-Basándose en los valores habituales de los potenciales de reducción, ¿es fácil que una pila formada por electrodos simples de esas especies consiga encender una bombilla normal?

Conclusiones: Con esta actividad se busca que los alumnos refuercen la asociación de ánodo-oxidación y cátodo-reducción, además de entender cuando una reacción redox es espontánea o no, lo que reforzará el conocimiento de las diferencias entre pilas galvánicas y electrolíticas de la actividad anterior.

### Actividad 3. (A realizar en la sala de ordenadores)

En esta actividad, una vez los alumnos hayan entendido las reacciones generales de reducción-oxidación, se plantearán unas preguntas que ayuden a los alumnos a entender la importancia de que esas reacciones que han visto se realicen en medio salino. Para ello deberán responder a estas preguntas ayudándose de las búsquedas de información por internet:

-Suponiendo que el lugar donde acampan Pablo, Manuel y Luis es un río con una concentración muy baja de sales en agua, ¿valdría esa agua como fase líquida para sumergir los electrodos? ¿Por qué?

- ¿Cuál de los elementos descritos en el escenario jugaría el papel de fase líquida?

-En algunas pilas, la fase líquida está compuesta por disolución acuosa de sales con el grupo  $\text{SO}_4^{2-}$ , conjugado del ácido sulfúrico. Comparado con esas pilas, ¿cómo es la



fuerza de la base conjugada que se utiliza en este montaje? Compáralo con las constantes del ion sulfato y del hidrogenosulfato.

-¿Qué papel jugaría la sal que trajo Manuel para la cena? ¿Qué pasaría si esa parte del montaje no tuviese sal y sólo tuviese agua del río?

Conclusiones: Con esta actividad se busca que el alumnado entienda la importancia de las sales en la fase líquida de los compartimentos de los electrodos. Además, sienta las bases para la comparación entre la pila del escenario y las pilas convencionales, que será importante en las actividades posteriores. También refuerza el concepto de los ácidos y bases conjugados y su fuerza en función del ácido o base del que provengan.

#### **Actividad 4.**

Esta actividad se realizará en el laboratorio y busca la puesta en práctica de los conocimientos adquiridos para su mayor asimilación y entendimiento. Se realizará con la ayuda del anexo 5, que será el guion de prácticas.

-Práctica de laboratorio para montaje de pila galvánica. Basada en el experimento descrito en los 3 primeros minutos de este vídeo <https://youtu.be/hUI3hlsICpQ>

- Guion, cuestiones y preguntas en el anexo 5

- Unificación de los conceptos anteriormente tratados

-Relación con el tipo de pila que propone Pablo en el caso descrito en el módulo.

Conclusiones: Con esta actividad se busca que los alumnos entiendan y sean capaces de reproducir el montaje de una pila galvánica desde cero. Además, se establecerán relaciones con la pila propuesta en el escenario para completar el entendimiento del módulo y las claves para responder a todas las preguntas planteadas en el mismo.

#### **Trabajo propuesto para entregar.**

Trabajo a realizar por 4 grupos de 5 alumnos cada uno. El tiempo del que dispondrán será la parte final de la sesión 11 y todos los días que haya libres entre la sesión 12 y la 13. Exposición por PowerPoint con un tiempo límite de 8 minutos. Ver anexo 7.

-Haz un montaje de la pila que diseñarían Pablo, Luis y Manuel con objetos cotidianos. Señala cada objeto, su uso dentro de la pila y sus características fisicoquímicas que lo hacen apto para esa función.

-Describe el funcionamiento de la pila, sus problemas para encender un LED de 1,5V y como solventarlos.

-Señala el sentido de circulación de la corriente y de los electrones.

Conclusiones: Con esta actividad se busca que los alumnos completen el proceso, describiendo la pila planteada en el escenario una vez hayan conocido bien las pilas convencionales de laboratorio. Además, en la exposición del mismo también deberán mostrar sus conocimientos adquiridos y su capacidad de síntesis y de búsqueda y filtración de información por su cuenta.



## 6.2.12 Guía del alumno:

Este apartado muestra cómo se plantearían las actividades del módulo de indagación a los estudiantes. Se pretende explicar cómo se darían las instrucciones a los alumnos para que ellos puedan avanzar en el módulo.

Pregunta para introducir el módulo:

**‘¿Cómo se puede hacer luz con elementos cotidianos?’**

### **Escenario:**

*Están Pablo, Manuel y Luis en una acampada. Cuando se dan cuenta, las pilas para las linternas que habían traído se han acabado, y apenas quedaba media hora para el anochecer, por lo que no les daba tiempo a ir a casa a por pilas. En un momento, Luis dice: ‘tengo en la mochila una bombilla de bajo voltaje y unos cables, pero no he traído un generador por lo que no nos van a servir de nada’. Por su parte, Manuel dice ‘yo solo he traído sal y vinagre para la cena y un tubo con algodón para hacerme la cura de la rodilla raspada que tengo’. En ese momento, a Pablo se le cambia el gesto y dice: ‘¿En serio? Pues id a buscar eso. Yo voy a buscar unas monedas de cobre y de plata que tengo en la cartera. ¡Hoy podremos hacer luz!’*

Las preguntas son:

- 1- ¿Qué tipo de pila tiene pensado montar Pablo?
- 2- Entre las monedas de cobre y las de plata, ¿cuál haría de ánodo y cual de cátodo?
- 3- Comparando con una pila de laboratorio, ¿qué papel jugaría cada objeto en la pila ideada por Pablo?

Para ser capaces de responder estas preguntas vamos a proceder como dicta el método científico. Vamos a ir resolviendo diversas actividades que nos den ideas útiles a la hora de aclarar los conceptos que nos permitan adquirir el conocimiento necesario para responder a todas las preguntas.

Para las actividades que necesiten información adicional se permitirá el uso de esa información en Internet o libros. Se recomienda archivar las hojas donde se vayan realizando las actividades y las correcciones ya que las respuestas de las distintas preguntas pueden estar relacionadas entre sí.

### **Actividad 1**

- Debate con tus compañeros. ¿Crees que la pila que piensa montar Pablo en el escenario es una pila galvánica o electrolítica?

- Viendo los esquemas de los dos tipos de pilas en la página de Internet

CEDRÓN, Juan Carlos, Victoria LANDA y Juana ROBLES

2011 Química General. Material de enseñanza. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.  
Consulta: 25 de mayo de 2020.  
<http://corinto.pucp.edu.pe/quimicageneral/unidades-q2/unidad-4-electroquimica.html>



Y ver en ella los puntos 4.2. y 4.3., donde se describen los distintos tipos de celdas.

¿Sigues manteniendo tu respuesta?

-Si tú o algún compañero con el que has debatido estaba equivocado: ¿qué ideas equivocadas tenía/tenías?

-¿Sería posible montar el otro tipo de pila en el escenario descrito?

### **Actividad 2**

-Apoyándote en una tabla de potenciales de reducción, resuelve los ejercicios de los anexos 1 y 3.

-Si suponemos una pila electrolítica, ¿cómo cambiaría la tabla del anexo 1?

### **Actividad 3**

Responde a las siguientes preguntas. Busca en Internet o en el libro de texto la información que necesites.

-Suponiendo que el lugar donde acampan Pablo, Manuel y Luis es un río con una concentración muy baja de sales en agua, ¿valdría esa agua como fase líquida para sumergir los electrodos? ¿Por qué?

- ¿Cuál de los elementos descritos en el escenario jugaría el papel de fase líquida?

-En algunas pilas, la fase líquida está compuesta por disolución acuosa de sales con el grupo  $\text{SO}_4^{2-}$ , conjugado del ácido sulfúrico. Comparado con esas pilas, ¿cómo es la fuerza de la base conjugada que se utiliza en este montaje? Compáralo con las constantes del ion sulfato y del hidrogenosulfato.

-¿Qué papel jugaría la sal que trajo Manuel para la cena? ¿Qué pasaría si esa parte del montaje no tuviese sal y sólo tuviese agua del río?

### **Actividad 4**

En esta actividad se realizará una práctica de laboratorio en grupos de 3-4 personas.

-Basándonos en el anexo 5, se debe llevar a cabo el procedimiento descrito y se deben responder las preguntas planteadas.

-Se debe también anotar y temporalizar el procedimiento en un cuaderno, ya sea individual o de grupo, para hacer un seguimiento de la práctica.

### **Trabajo propuesto para entregar.**

Se deben hacer 4 grupos del mismo número de alumnos y presentar en PowerPoint un trabajo que responda a las siguientes cuestiones:

-Haz un montaje de la pila que diseñarían Pablo, Luis y Manuel con objetos cotidianos. Señala cada objeto, su uso dentro de la pila y sus características fisicoquímicas que lo hacen apto para esa función.

-Describe el funcionamiento de la pila, sus problemas para encender un LED de 1,5V y como solventarlos.





-Señala el sentido de circulación de la corriente y de los electrones.

Es necesario que el tiempo de presentación no exceda los 8 minutos y que todos los miembros del grupo participen en la misma. Seguir las pautas del anexo 7.



El presente documento ha sido firmado en virtud de la Ley 59/2003 de 19 de Diciembre. El C.V.D. asignado es: 0172-C33C-D371\*00A7-E614. Para cotejar el presente con su original electrónico acceda a la Oficina Virtual de la Universidad de Valladolid, y a través del servicio de Verificación de Firma introduzca el presente C.V.D. El documento resultante en su interfaz WEB deberá ser exactamente igual al presente. El/los firmante/s de este documento es/son: JAVIER BARRAL LIJO a fecha: 17/06/2020 19:04:02

## 7. Evaluación



Para la valoración de esta propuesta didáctica, se ha considerado que la parte en la que el alumno juega un papel más activo, es decir, el módulo de indagación, tenga un mayor peso en el total.

La valoración total se hace sobre un máximo de diez puntos (Tabla 3). Dividido por partes sería de la siguiente manera:

**Clases con uso de analogías:**

En esta parte de la propuesta, el comportamiento contará medio punto. Por su parte, la actitud positiva y proactiva en clase, que es de gran importancia en el desarrollo de esta propuesta para entender las analogías y prepararse para el trabajo que consistirá en proponer una, contará un punto. El trabajo a entregar contará dos puntos, para un total de tres puntos y medio para esta parte de la propuesta.

**Módulo de indagación:**

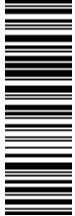
Para el módulo de indagación, el comportamiento contará igualmente medio punto (un total de un punto sobre la nota final de todo el tema). A su vez, la actitud durante las actividades contará un punto y medio. Las partes con mayor peso en la nota serán la práctica de laboratorio y el trabajo a entregar, que contarán dos puntos y dos puntos y medio respectivamente.

**Tabla 5. Criterios de evaluación**

Parte de la propuesta	Aspecto a valorar	Puntuación
Clases con uso de analogías	Comportamiento	0,5
	Actitud positiva y proactiva en clase	1
	Trabajo a entregar	2
Módulo de Indagación	Comportamiento	0,5
	Actitud en las actividades	1,5
	Práctica de laboratorio	2
	Trabajo a entregar	2,5
<b>Total</b>		<b>10</b>



El presente documento ha sido firmado en virtud de la Ley 59/2003 de 19 de Diciembre. El C.V.D. asignado es: 0172-C33C-D371\*00A7-E614. Para cotejar el presente con su original electrónico acceda a la Oficina Virtual de la Universidad de Valladolid, y a través del servicio de Verificación de Firma introduzca el presente C.V.D. El documento resultante en su interfaz WEB deberá ser exactamente igual al presente. El/los firmante/s de este documento es/son: JAVIER BARRAL LIJO a fecha: 17/06/2020 19:04:02



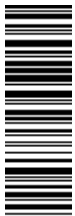
## 8. Atención a la diversidad



La atención a la diversidad es reconocida por la LOMCE como uno de los pilares fundamentales del sistema educativo.

Para acercar la materia a todos los alumnos, se podrá tener en cuenta el seguimiento de su evolución en los últimos años y contar con alternativas a la hora de explicar y del nivel exigido. Por otro lado, la búsqueda de un método de participación más activa por parte del alumnado también ayuda a tratar de minimizar los casos de diversidad actitudinal.

Los trabajos de laboratorio dan la opción de profundizar para los alumnos más aventajados, así como también ayudan a dar una perspectiva más visual y cercana de la materia a los menos avanzados, además de reforzar las ideas que tengan.



El presente documento ha sido firmado en virtud de la Ley 59/2003 de 19 de Diciembre. El C.V.D. asignado es: 0172-C33C-D371\*00A7-E614. Para cotejar el presente con su original electrónico acceda a la Oficina Virtual de la Universidad de Valladolid, y a través del servicio de Verificación de Firma introduzca el presente C.V.D. El documento resultante en su interfaz WEB deberá ser exactamente igual al presente. El/los firmante/s de este documento es/son: JAVIER BARRAL LIJO a fecha: 17/06/2020 19:04:02



# 9. Anexos



### Anexo 1. Ejercicio 1 actividad 2.

De los siguientes electrodos, ¿cuál es el ánodo y cuál el cátodo? Busca los valores de los potenciales de reducción para razonar la respuesta.

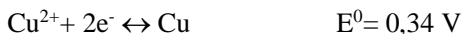
Electrodo 1	Electrodo 2	Escribe 'A' en el electrodo que corresponda al ánodo y 'C' en el electrodo que corresponda al cátodo		¿Es espontánea la reacción?
		Electrodo 1	Electrodo 2	
Zn	Cu			
Ag	Cu			
Fe	Ag			
Pb	MnO <sub>2</sub>			
Sn	Mg			
Au	Ni			
Cr	Pb			
Li	Sn			
Mn	Cd			
I <sub>2</sub>	Cd			



**Anexo 2. Solución ejercicio 1 actividad 2.**

**De los siguientes electrodos, ¿cuál es el ánodo y cuál el cátodo? Busca los valores de los potenciales de reducción para razonar la respuesta.**

En la resolución de este ejercicio, el alumno deberá en primer lugar ver los valores de los potenciales de reducción de cada especie, por ejemplo en el primer caso de Zn y Cu:



En este caso, el alumno tendrá que deducir a cuál de las reacciones hay que cambiarle el sentido (es decir, cuál de las especies se oxida en vez de reducirse). Esto deberá razonarlo en base a que una reacción para ser espontánea tiene que tener un valor total de E<sup>0</sup> positivo.

En este caso, para que esto ocurra la especie que debe oxidarse debe ser el Zn, obteniéndose lo siguiente:



Una vez averiguado qué reacción experimenta cada especie, y atendiendo a lo aprendido de la regla ‘vocal con vocal, consonante con consonante’, el alumno deberá saber a qué electrodo corresponde cada especie, en este caso:

Electrodo 1	Electrodo 2	Escribe ‘A’ en el electrodo que corresponda al ánodo y ‘C’ en el electrodo que corresponda al cátodo		¿Es espontánea la reacción?
		Electrodo 1	Electrodo 2	
<b>Zn</b>	<b>Cu</b>	<b>A</b>	<b>C</b>	<b>Si</b>

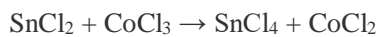
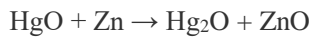
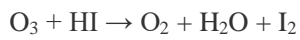
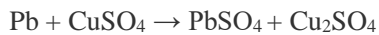
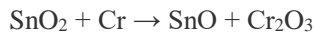
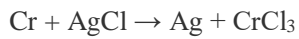
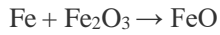
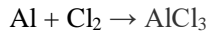
Tal y como está planteado el ejercicio, todas las soluciones deben dar una reacción espontánea.





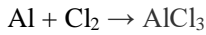
### Anexo 3. Ejercicio 2 actividad 2

**Ajusta las siguientes reacciones redox, indicando que especie se oxida y cual se reduce y el estado de oxidación de cada una antes y después de la reacción:**



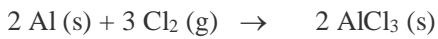
#### Anexo 4. Solución Ejercicio 2 actividad 2

Ajusta las siguientes reacciones redox, indicando que especie se oxida y cual se reduce y el estado de oxidación de cada una antes y después de la reacción:

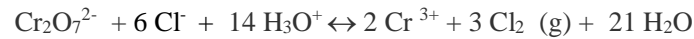
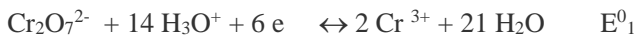


Sistemas redox:

Los sistemas deben formularse siempre:  $\text{Ox} + n\text{e} \leftrightarrow \text{Rd} \quad E^0$



En el caso de:



Diferenciar:

Especies sólidas

Especies gaseosas

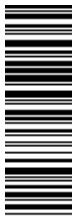
Especies en disolución:

Electrolitos:

Fuertes : ácidos fuertes (HCl), Bases fuertes (NaOH), sales (dicromato potásico)

Débiles: ácidos débiles (Acético), Bases débiles (amoníaco), complejos

Por ello en esta reacción no se produce  $\text{CrCl}_3 (\text{s})$  (salvo que eliminemos el disolvente), porque también es un electrolito fuerte



## Anexo 5.

### Actividad 4. Práctica de laboratorio. Preparación de una pila galvánica

#### Material:

- 2 electrodos (de zinc y cobre, respectivamente)
- Cables
- Voltímetro
- Disoluciones de  $\text{ZnSO}_4$  y  $\text{CuSO}_4$
- Tubo con algodón mojado
- 2 vasos de precipitados

#### Procedimiento:

Añade una disolución a cada vaso ( $\text{ZnSO}_4$  en uno y  $\text{CuSO}_4$  en otro) e introduce el electrodo correspondiente en cada uno. Señala cual es el ánodo, cuál el cátodo y representa la reacción que crees que tiene lugar.

Conecta los electrodos al voltímetro. ¿Se ha producido corriente eléctrica?

Ahora, introduce el tubo con algodón mojado de manera que una de las bocas del tubo esté en la disolución de  $\text{ZnSO}_4$  y la otra en la disolución de  $\text{CuSO}_4$  y vuelve a medir el voltaje. ¿Qué ha ocurrido?

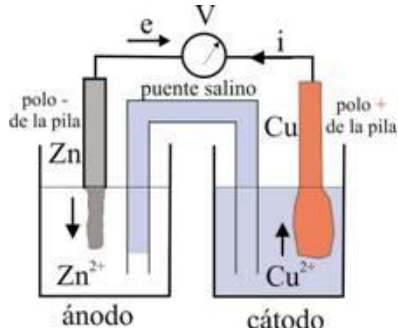
#### Cuestiones:

1. ¿Qué papel juega el tubo con algodón en el montaje?
2. Haz un esquema de la pila indicando todos sus componentes
3. ¿En qué sentido circulan los electrones? ¿Y la corriente?
4. Teniendo en cuenta el potencial de ese par redox y que el voltaje mínimo para encender un LED es 1,5 V, ¿podría Pablo hacer luz sólo con un par de monedas? ¿Qué le propondrías para que pudiese finalmente hacer luz?

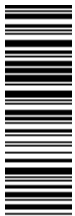


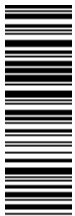
## Anexo 6. Solución a las cuestiones de la práctica de laboratorio

1. Juega el papel de puente salino que conecta las dos disoluciones
- 2.



3. Los electrones circulan del lugar donde se produce la oxidación (donde se pierden electrones) hacia donde se produce la reducción (donde se reciben los electrones). Por lo tanto, circularán del ánodo al cátodo. La corriente irá, como siempre, en sentido contrario.
4. No, no podría hacerlo con un solo par de monedas puesto que el voltaje generado será insuficiente. Podría juntar varias monedas de cada tipo para hacer un montaje que genere mayor voltaje.





## **Anexo 7. Guía de la actividad propuesta para entrega**

Elabora, junto con tus compañeros, una presentación de diapositivas de PowerPoint que responda a las siguientes **preguntas**:

-Haz un montaje de la pila que diseñarían Pablo, Luis y Manuel con objetos cotidianos. Señala cada objeto, su uso dentro de la pila y sus características fisicoquímicas que lo hacen apto para esa función.

-Describe el funcionamiento de la pila, sus problemas para encender un LED de 1,5V y como solventarlos.

-Señala el sentido de circulación de la corriente y de los electrones.

**Condiciones** que debe cumplir el trabajo:

-La presentación no puede durar más de 8 minutos

-Todos los miembros del grupo deben participar en la presentación

-Se debe entregar una copia del trabajo al profesor

-Se deben nombrar las fuentes o sitios web de los que se obtenga la información



# 10. Referencias



Ausubel, D. *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. (1963) New York: Grune & Stratton

Bard A. J.; Faulkner, L.R., "Electrochemical methods, Fundamentals and Applications", J. Willey & Sons, N. Y. (2001)

Bonat M., José María Oliva, J.M.; Mateo, J.; Aragón, M.M. "Cambiando las concepciones y creencias del profesorado de ciencias en torno al uso de analogías", Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado, ISSN-e 1575-0965, Vol. 4, Nº. 1, 2001

Gómez, B. y Lavín, C., "Enseñanza-aprendizaje de la electroquímica con analogías: una experiencia en el aula" TABANQUE, Revista pedagógica, 29 (2016), p 189–206

Hernández López, C., "Utilización de la indagación para la enseñanza de las ciencias en la e.s.o. elaboración de material didáctico y su puesta en práctica en el aula. (2012)

Latorre, M. "Pedagogía de la indagación guiada", (2015), <https://marinolatorre.umch.edu.pe/wp-content/uploads/2015/09/33.-Aprendizaje-por-Indagaci%C3%B3n-Ejemplos.pdf> (17/06/2020)

Sasso, P. , "Reflexión Académica en Diseño y Comunicación" N° XXV (Año XVI, Vol. 25, Agosto 2015, Buenos Aires, Argentina).

Solaz-Portolés, J. J.; Sanmartín, B.; Sanjosé, V., "Ideas de los estudiantes sobre pilas galvánicas y libros de texto de Química de Bachillerato", Revista Química Viva , 1 (12) (2013) abril.

Vera, M. I.; Montiel, G.; Stoppello, M.G. y Giménez, L. I., ACI: VOL. 2(2), (2011) p. 131-139

<http://corinto.pucp.edu.pe/quimicageneral/unidades-q2/unidad-4-electroquimica.html> (25/05/2020)

[https://www.ciensacion.org/experimento\\_manos\\_en\\_la\\_masa/e5104c\\_VoltaicPile.html](https://www.ciensacion.org/experimento_manos_en_la_masa/e5104c_VoltaicPile.html) (26/05/2020)

<https://www.wordreference.com/definicion/electroquímico> (9/06/2020)

[https://www.news-medical.net/life-sciences/History-of-Electrochemistry-\(Spanish\).aspx](https://www.news-medical.net/life-sciences/History-of-Electrochemistry-(Spanish).aspx) (09/06/2020)

[https://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/publicacionesdc/vista/detalle\\_articulo.php?id\\_libro=536&id\\_articulo=11039](https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_articulo.php?id_libro=536&id_articulo=11039)

<https://dkh.deusto.es/comunidad/learning/recurso/reacciones-de-transferencia-de-electrones-y/39d56a30-af1a-41e4-ba96-0fe7090d8c7b> (25/5/2020)

[https://yaq.es/sites/yaq.prod1.yaq.es/files/ponderaciones/castilla\\_leon\\_2020.pdf](https://yaq.es/sites/yaq.prod1.yaq.es/files/ponderaciones/castilla_leon_2020.pdf) (31/5/2020)

